



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 44 19 050 A 1

2 655,414,516

⑳ Aktenzeichen: P 44 19 050.6  
㉑ Anmeldetag: 31. 5. 94  
㉒ Offenlegungstag: 8. 12. 94

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 B 21/00**  
G 01 B 11/00  
G 01 D 5/36  
G 01 D 5/249  
G 01 C 1/00  
H 03 M 1/22

DE 44 19 050 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
01.06.93 JP P 5-154321

⑦① Anmelder:  
Nikon Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte,  
80538 München

⑦② Erfinder:  
Morishita, Akihiko, Kawasaki, Kanagawa, JP; Eda,  
Osami, Kamakura, Kanagawa, JP

⑤④ Positionsmessvorrichtung

⑤⑦ Eine Positionsmessvorrichtung zum Erhalten von Positions-  
information durch Verarbeiten von ersten und zweiten  
sinusförmigen Signalen mit einer Phasendifferenz von 90°,  
die von einer Detektionsvorrichtung entsprechend einer  
Positionsänderung erhalten werden, umfaßt: Additions- und  
Subtraktionsvorrichtungen zum Erzeugen eines dritten sinus-  
förmigen Signals durch Subtrahieren des zweiten sinus-  
förmigen Signals von dem ersten sinusförmigen Signal und  
eines vierten sinusförmigen Signals durch Addition der  
ersten und zweiten sinusförmigen Signale; Maximum- und  
Minimum-Meßvorrichtungen zum Messen der jeweiligen  
Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusfö-  
rmigen Signale; und Verarbeitungsvorrichtungen zum Be-  
rechnen der Amplituden und Achsenabschnitte der jeweili-  
gen ersten und zweiten sinusförmigen Signale auf der Basis  
der Maximal- und Minimalwerte der ersten und zweiten  
sinusförmigen Signale, die von der Maximum- und Mini-  
mum-Meßvorrichtung gemessen werden, zum Erhalten von  
fünften und sechsten sinusförmigen Signalen durch Stan-  
dardisieren der ersten und zweiten sinusförmigen Signale  
basierend auf den erhaltenen Amplituden und Achsenabs-  
chnitten, zum Bilden eines siebten sinusförmigen Signals  
durch Subtrahieren des sechsten sinusförmigen Signals von  
dem fünften sinusförmigen Signal und eines achten sinus-  
förmigen Signals durch Addieren der fünften und sechsten  
sinusförmigen Signale, zum Korrigieren des Verhältnisses  
des siebten sinusförmigen Signals zum achten sinusförm-  
igen ...

DE 44 19 050 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 94 408 049/567

19/36

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Positionsmeßvorrichtung zum Erhalten von Positionsinformation durch Verarbeiten zweier sinusförmiger Signale mit einer Phasendifferenz von 90°, die durch eine Detektionsvorrichtung erhalten werden, entsprechend einer Positionsänderung, und außerdem auf einen Kodierer durch die Verwendung der Positionsmeßvorrichtung und eine Feldmeßvorrichtung durch die Verwendung des Kodierers.

Eine herkömmliche Positionsmeßvorrichtung ist in Fig. 6 gezeigt. Zwei sinusförmige Signale mit einer Phasendifferenz von 90° werden von einer Detektionsvorrichtung 1 ausgegeben. Die sinusförmigen Signale werden dann von einem Verstärker 2 verstärkt und von einer Wellenformvorrichtung 3 in rechteckige Signale umgewandelt, die dann an einen Zählerkreis 4 angelegt werden. Der Zählerkreis 4 zählt die Anzahl der rechteckigen Signale, um eine grobe Positionsinformation zu erhalten, und legt sie an einen Verarbeitungsschaltkreis 5 an. Auf der anderen Seite werden die beiden sinusförmigen Signale mit der Phasendifferenz, die von 90° von dem Verstärker 2 verstärkt werden, zu einem A/D-Wandler 6 gesandt, um digitalisiert zu werden, und werden danach an den Verarbeitungsschaltkreis 5 angelegt. Der Verarbeitungsschaltkreis 5 gibt die beiden digitalisierten, sinusförmigen Signale mit der Phasendifferenz von 90° in eine  $\tan^{-1}$ -Tabelle, die in einem ROM gespeichert ist, ein, um eine genaue Verschiebung zu erhalten. Weiterhin erhält der Verarbeitungsschaltkreis 5 Positionsinformation aus der Addition dieser genauen Verschiebung zur obigen, groben Positionsinformation. Dann wird die Positionsinformation auf einem Anzeigebereich 7 angezeigt und in einen externen Ausgabebereich 8 ausgegeben. Die detaillierte Beschreibung der herkömmlichen Positionsmeßvorrichtung der Fig. 6 ist in der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. 56-96 213 offengelegt.

Jedoch gibt es bei der oben erwähnten, herkömmlichen Positionsmeßvorrichtung insofern ein Problem, als die Genauigkeit der Messung durch die Fluktuation der Genauigkeit der eingegebenen sinusförmigen Signale verschlechtert wird.

Wenn das erste und das zweite sinusförmige Signal A und B mit der Phasendifferenz von 90°, die von der Detektionsvorrichtung 1 erhalten werden, eine Amplitude a beziehungsweise b haben und der Phasenfehler  $\alpha$  ist, können beide Signale ausgedrückt werden durch:

$$A = a \times \cos\Theta + C1 \quad (1)$$

$$B = b \times \sin(\Theta + \alpha) + C2 \quad (2)$$

Wenn jedoch zum Erhalten der Position, die durch den Winkel  $\Theta$  gegeben ist, die ersten und zweiten sinusförmigen Signale A und B in den A/D-Wandler 6 eingegeben werden und der Winkel  $\Theta$  mittels der  $\tan^{-1}$ -Tabelle in eine Position umgewandelt wird, wird aufgrund der Differenzen zwischen den Amplituden a, b, der Phasendifferenz  $\alpha$  und der Differenz zwischen den Achsenabschnitten C1, C2 ein Positionsfehler erzeugt. Wenn a, b,  $\alpha$ , C1 und C2 konstant wären, könnte die Verarbeitung und Umwandlung durchgeführt werden, indem man diese als Korrekturkonstante behandeln würde. Da dies aber nicht der Fall ist, ist diese Vorgehensweise nicht möglich.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Positionsmeßvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die in der Lage ist, eine Position mit hoher Genauigkeit zu messen, ohne von der Genauigkeit von zwei von einer Detektionsvorrichtung ausgegebenen, sinusförmigen Signalen beeinflusst zu werden.

Diese und weitere Aufgaben werden durch die in den beigefügten Patentansprüchen definierten Vorrichtungen gelöst.

Entsprechend einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung dient eine Positionsmeßvorrichtung zum Erhalten von Positionsinformation durch Verarbeiten von ersten und zweiten sinusförmigen Signalen mit einer Phasendifferenz von 90°, die von einer Detektionsvorrichtung entsprechend einer Positionsänderung erhalten werden, und ist mit Additions- und Subtraktionsvorrichtungen (z. B. der Additions-Subtraktions-Schaltkreis 25 in Fig. 1) zum Erzeugen eines dritten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des zweiten sinusförmigen Signals von dem ersten sinusförmigen Signal und eines vierten sinusförmigen Signals durch Addition der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen (z. B. der Maximum- und Minimum-Meßschaltkreis 26 in Fig. 1) zum Messen der jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusförmigen Signale und Verarbeitungsvorrichtungen (z. B. dem Verarbeitungsschaltkreis 27) versehen zum Berechnen der Amplituden und Achsenabschnitte der jeweiligen ersten und zweiten sinusförmigen Signale auf der Basis der Maximal- und Minimalwerte der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, die von der Maximum- und Minimum-Meßvorrichtung gemessen werden, zum Erhalten von fünften und sechsten sinusförmigen Signalen durch Standardisieren der ersten und zweiten sinusförmigen Signale basierend auf den erhaltenen Amplituden und Achsenabschnitten, zum Bilden eines siebten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des sechsten sinusförmigen Signals von dem fünften sinusförmigen Signal und eines achten sinusförmigen Signals durch Addieren der fünften und sechsten sinusförmigen Signale, zum Korrigieren des Verhältnisses des siebten sinusförmigen Signals zum achten sinusförmigen Signal basierend auf dem Verhältnis zwischen den jeweiligen Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale, die durch die Verwendung der Maximal- und Minimalwerte der dritten und vierten sinusförmigen Signale, die von den Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen gemessen werden, erhalten werden, und zum Erhalten der Positionsinformation aus dem korrigierten Wert.

In der Positionsmeßvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung werden die ersten und zweiten sinusförmigen Signale mit einer Phasendifferenz von 90° durch die Detektionsvorrichtung entsprechend einer Positionsänderung erhalten. Dann wird das dritte sinusförmige Signal durch Subtraktion des zweiten sinusförmigen Signals von dem ersten sinusförmigen Signal und das vierte sinusförmige Signal durch Addition der ersten und zweiten

sinusförmigen Signale erhalten. Als nächstes werden die jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusförmigen Signale gemessen. Basierend auf den gemessenen Maximal- und Minimalwerten der ersten und zweiten sinusförmigen Signale werden die jeweiligen Amplituden und Achsenabschnitte der ersten und zweiten sinusförmigen Signale berechnet. Dann werden die fünften und sechsten sinusförmigen Signale durch Standardisierung der ersten und zweiten sinusförmigen Signale auf der Basis der berechneten Amplituden und Achsenabschnitte erzeugt. Weiterhin wird das siebte sinusförmige Signal durch Subtraktion des sechsten sinusförmigen Signals vom fünften sinusförmigen Signal und das achte sinusförmige Signal durch Addition des fünften sinusförmigen Signals und des sechsten sinusförmigen Signals erzeugt. Dann wird das Verhältnis zwischen den siebten und achten sinusförmigen Signalen basierend auf den Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale, die durch Verwendung der Maximal- und Minimalwerte der dritten und vierten sinusförmigen Signale erhalten werden, korrigiert. Schließlich wird die Positionsinformation aus dem korrigierten Wert erhalten. Daher gibt es keinen Phasenfehler zwischen den siebten und achten sinusförmigen Signalen. Auch wird, auch wenn der Phasenfehler zwischen den ersten und zweiten sinusförmigen Signalen, also der Phasenfehler zwischen den fünften und sechsten sinusförmigen Signalen, in den Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale absorbiert ist, das Verhältnis zwischen den siebten und achten sinusförmigen Signalen basierend auf dem Verhältnis zwischen den Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale korrigiert. Als Ergebnis kann die Position mit hoher Genauigkeit gemessen werden, ohne von der Genauigkeit der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, die von der Detektionsvorrichtung ausgegeben werden, beeinflusst zu werden.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das eine Positionsmeßvorrichtung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau des Maximum- und Minimum-Meßschaltkreises der Fig. 1 zeigt.

Fig. 3 ist ein Flußdiagramm, das die Korrekturberechnung des Verarbeitungsschaltkreises zeigt.

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht, die eine Feldmeßvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel eines Teleskops zeigt.

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel einer herkömmlichen Positionsmeßvorrichtung zeigt.

Fig. 7 ist ein Diagramm, das eine Detektionsvorrichtung, also einen Kodierer, zeigt.

Fig. 7 zeigt den Aufbau einer Detektionsvorrichtung 21, also eines Kodierers. Die Detektionsvorrichtung 21 besitzt eine Hauptskala 11, eine Lichtquelle 12, eine Indexskala 13, Detektionselemente 14a und 14b, Verstärker 15a und 15b. Die Hauptskala 11 besteht aus einer Scheibe mit einem darauf aufgedampften, inkrementierenden Muster. Licht von der Lichtquelle 12 wird von den Detektionselementen 14a und 14b über die Hauptskala 11 und die Indexskala 13 detektiert. Die Detektionselemente 14a und 14b sind mit den Verstärkern 15a und 15b verbunden. Die Indexskala 13 ist mit zwei Arten von Mustern für eine A-Phase und eine B-Phase, die ungefähr dieselben Abstände wie das inkrementierende Muster der Hauptskala 11 besitzen, geformt. Wenn die Hauptskala 11 gedreht wird, wird das die Detektionselemente 14a und 14b beleuchtende Licht von der Lichtquelle 12 geändert, wodurch eine Änderung der Signale von den Detektorelementen 14a und 14b bewirkt wird. Die Indexskala 13 ist so angeordnet, daß die Phasendifferenz zwischen von den jeweiligen Detektorelementen 14a und 14b ausgegebenen Signalen  $90^\circ$  wird. Ein von dem Detektorelement 14a oder 14b ausgegebenes Signal ist ein sinusförmiges Signal der A-Phase, während das andere Signal ein sinusförmiges Signal der B-Phase ist.

Fig. 1 zeigt den Aufbau einer Positionsmeßvorrichtung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In Fig. 1 sind die Detektionsvorrichtung 21, ein Verstärker 22, eine Wellenformvorrichtung 23 und ein Zählschaltkreis 24 dieselben wie die herkömmlichen in Fig. 6. Ein Additions-Subtraktions-Schaltkreis 25 addiert erste und zweite sinusförmige Signale mit einer Phasendifferenz von  $90^\circ$ , die von der Detektionsvorrichtung 21 entsprechend der Änderung der Position erhalten und von dem Verstärker 22 verstärkt werden, um ein viertes sinusförmiges Signal zu erhalten, und subtrahiert das zweite sinusförmige Signal von dem ersten sinusförmigen Signal, um ein drittes sinusförmige Signal zu erhalten.

Ein Maximum-Minimum-Meßschaltkreis 26 mißt Maximalwerte und Minimalwerte der jeweiligen ersten, zweiten, dritten und vierten sinusförmigen Signale. Ein Verarbeitungsschaltkreis 27 berechnet die Amplituden und die Achsenabschnitte der ersten und zweiten sinusförmigen Signale basierend auf den Maximal- und Minimalwerten der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, die von dem Maximum-Minimum-Meßschaltkreis 26 gemessen werden, erhält fünfte und sechste sinusförmige Signale durch Standardisieren der ersten und zweiten sinusförmigen Signale basierend auf den berechneten Amplituden und Achsenabschnitten, bildet ein siebtes sinusförmiges Signal durch Subtraktion des sechsten sinusförmigen Signals von dem fünften sinusförmigen Signal und ein achtes sinusförmiges Signal durch Addition der fünften und sechsten sinusförmigen Signale, korrigiert das Verhältnis zwischen den siebten und achten sinusförmigen Signalen basierend auf dem Verhältnis zwischen den Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale, die unter Verwendung der Maximal- und Minimalwerte der dritten und vierten sinusförmigen Signale, die von dem Maximum- und Minimum-Meßschaltkreis 26 erhalten werden, berechnet werden, erhält eine genaue Verschiebung aus dem erhaltenen, korrigierten Wert, erhält eine Positionsinformation durch Addition der genauen Verschiebung und der groben Positionsinformation von dem Zählschaltkreis 24 und zeigt sie auf dem Anzeigebereich 28 an und gibt sie an einen externen Ausgabebereich 29 aus.

Als nächstes wird die Arbeitsweise des Ausführungsbeispiels der Fig. 1 konkreter beschrieben. Wenn das erste sinusförmige Signal A und das zweite sinusförmige Signal B, die von der Detektorvorrichtung 21 erhalten werden,  $A = a \times \cos\Theta + C1$  und  $B = b \times \sin(\Theta + \alpha) + C2$  sind, wie oben erwähnt, bildet der Additions-Subtraktions-Schaltkreis 25 das dritte sinusförmige Signal  $HA (= A - B)$  durch Subtraktion des zweiten sinusförmigen Signals B von dem ersten sinusförmigen Signal A und das vierte sinusförmige Signal  $HB (= A + B)$  durch Addition der ersten und zweiten sinusförmigen Signale A und B. Die dritten und vierten sinusförmigen Signale HA und HB können durch die folgenden Gleichungen (3) und (4) ausgedrückt werden:

$$HA = a \times \cos\Theta - b \times \sin(\Theta + \alpha) + C1 - C2 = La \times \sin(\Theta + \varphi_A) + \Delta C1, \quad (3)$$

$$HB = a \times \cos\Theta + b \times \sin(\Theta + \alpha) + C1 + C2 = Lb \times \sin(\Theta + \varphi_B) + \Delta C2 \quad (4)$$

5 Hier sind die Amplituden  $La$ ,  $Lb$  und die Phasen  $\varphi_A$ ,  $\varphi_B$  der dritten und vierten sinusförmigen Signale  $HA$  und  $HB$  Funktionen der Amplituden  $a$ ,  $b$ , und der Phasendifferenz  $\alpha$  der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, wie in den folgenden Gleichungen (5) bis (8) ausgedrückt

$$La = F1(a, b, \alpha) \quad (5)$$

$$10 \quad Lb = F2(a, b, \alpha) \quad (6)$$

$$\varphi_A = F3(a, b, \alpha) \quad (7)$$

$$15 \quad \varphi_B = F4(a, b, \alpha) \quad (8)$$

Als nächstens werden die ersten, zweiten, dritten und vierten Signale  $A$ ,  $B$ ,  $HA$  und  $HB$  an den Maximum-Minimum-Meßschaltkreis 26 angelegt. Wie in Fig. 2 gezeigt, besteht der Maximum-Minimum-Meßschaltkreis 26 aus einem Multiplexer 31, einem A/D-Wandler 32, einem Vergleichsschaltkreis 33 und einem Speicher 34.

20 In Fig. 2 gibt der Multiplexer 31 die ersten bis vierten sinusförmigen Signale  $A$ ,  $B$ ,  $HA$  und  $HB$  der Reihe nach ein. Der A/D-Wandler 32 digitalisiert die ersten bis vierten sinusförmigen Signale  $A$ ,  $B$ ,  $HA$  und  $HB$ , die vom Multiplexer 31 angelegt werden. Der Vergleichsschaltkreis 33 vergleicht die in dem Speicher 34 gespeicherten Maximal- und Minimalwerte mit den digitalisierten Signalwerten der ersten bis vierten sinusförmigen Signale eines nach dem anderen. Wenn die Signalwerte größer sind als die Maximalwerte, werden sie in dem Speicher 34 als neue Maximalwerte gespeichert, und wenn die Signalwerte kleiner als die Minimalwerte sind, werden sie im Speicher 34 als neue Minimalwerte gespeichert.

Der Vorgang zum Erhalten der jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusförmigen Signale  $A$ ,  $B$ ,  $HA$  und  $HB$  wird weitergeführt, bis die ersten und zweiten sinusförmigen Signale jeweils für eine Periode oder länger eingegeben worden sind. Die Änderung der Perioden der ersten und zweiten sinusförmigen Signale  $A$  und  $B$  kann durch den Zehlschaltkreis 24 erhalten werden. Der Speicher 34 ändert die Bereiche zum Speichern der oben erhaltenen Minimal- und Maximalwerte entsprechend der Information von dem Zehlschaltkreis 24 und speichert eine Mehrzahl von Maximal- und Minimalwerten.

35 Als nächstes ruft der Verarbeitungsschaltkreis 27 die Maximal- und Minimalwerte, die in dem Speicher 34 gespeichert sind, wie erforderlich ab und führt die folgenden Korrekturberechnungen durch. Fig. 3 ist ein Flußdiagramm, das die Korrekturberechnungen des Verarbeitungsschaltkreises 27 zeigt. Wenn die Maximal- und Minimalwerte der jeweils ersten bis vierten sinusförmigen Signale  $A$ ,  $B$ ,  $HA$ ,  $HB$   $A_{MAX}$ ,  $A_{MIN}$ ,  $B_{MAX}$ ,  $B_{MIN}$ ,  $HA_{MAX}$ ,  $HA_{MIN}$  und  $HB_{MIN}$  sind (Schritt S1), werden die Amplituden  $a$  und  $b$  der jeweils ersten und zweiten sinusförmigen Signale  $A$  und  $B$  ausgedrückt als (Schritt S2):

$$40 \quad a = (A_{MAX} - A_{MIN})/2 \quad (9)$$

$$b = (B_{MAX} - B_{MIN})/2 \quad (10)$$

Auf ähnliche Weise werden die Achsenabschnitte  $C1$  und  $C2$  der ersten und zweiten sinusförmigen Signale  $A$  und  $B$  ausgedrückt als (Schritt S3):

$$C1 = (A_{MAX} + A_{MIN})/2 \quad (11)$$

$$50 \quad C2 = (B_{MAX} + B_{MIN})/2 \quad (12)$$

Die ersten und zweiten sinusförmigen Signale  $A$  und  $B$ , die direkt von dem A/D-Wandler 32 eingegeben werden (Schritt S4), werden durch die Verwendung von  $a$ ,  $b$ ,  $C1$  und  $C2$ , die aus den Gleichungen (9) bis (12) erhalten werden, standardisiert, um die folgenden, fünften und sechsten sinusförmigen Signale  $A'$  und  $B'$  zu erhalten (Schritt S5):

$$55 \quad A' = \cos \Theta \quad (13)$$

$$B' = \sin(\Theta + \alpha) \quad (14)$$

60 Als nächstes wird durch die Verwendung der standardisierten, sinusförmigen Signale, also der fünften und sechsten sinusförmigen Signale  $A'$  und  $B'$  ein neues, imaginäres, siebtes sinusförmiges Signal  $SA$  durch Subtraktion des sechsten sinusförmigen Signals  $B'$  vom fünften sinusförmigen Signal  $A'$  und ein neues, imaginäres, achttes sinusförmiges Signal  $SB$  durch Addition der fünften und sechsten sinusförmigen Signale  $A'$  und  $B'$  wie folgt geformt (Schritt S6):

$$65 \quad SA = A' - B' = \cos(\Theta + \alpha) = \sqrt{2 \times (1 - \sin \alpha)} \times \sin(\alpha + \varphi_A) \quad (15)$$

$$SB = A' + B' = \cos \Theta + \sin(\Theta + \alpha) = \sqrt{2 \times (1 + \sin \alpha)} \times \sin(\Theta + \varphi_B) \quad (16)$$

Hier sind

$$\tan(\varphi A) = (\sin \alpha - 1) / \cos \alpha \quad (17)$$

$$\tan(\varphi B) = (\sin \alpha + 1) / \cos \alpha \quad (18)$$

$$A = \varphi B + \pi/2 \quad (19)$$

Folglich können die siebten und achten sinusförmigen Signale SA und SB wie folgt ausgedrückt werden:

$$SA = K_a \times \cos \beta \quad (20)$$

$$SB = K_b \times \sin \beta \quad (21)$$

Hier sind

$$K_a = \sqrt{2 \times (1 - \sin \alpha)} \quad (22)$$

$$K_b = \sqrt{2 \times (1 + \sin \alpha)} \quad (23)$$

$$\beta = \Theta + \varphi B \quad (24)$$

Daher bleibt in den imaginären, siebten und achten sinusförmigen Signalen SA und SB, die im Verarbeitungsschaltkreis 27 erzeugt werden, die Amplitudendifferenz bestehen, aber die Phasendifferenz wird in von den dritten und vierten sinusförmigen Signalen HA und HB, die in dem Additions-Subtraktions-Schaltkreis 25 geformt werden, verschiedener Weise gelöscht. Als nächstes werden die Amplituden La und Lb der jeweils dritten und vierten sinusförmigen Signale HA und HB aus den Maximal- und Minimalwerten der dritten und vierten sinusförmigen Signale HA und HB wie in den folgenden Gleichungen (25) und (26) erhalten (Schritt S7). Die Amplituden La und Lb können nach der Eingabe von H<sub>MAX</sub>, H<sub>MIN</sub>, H<sub>BMAX</sub> und H<sub>BMIN</sub> in Schritt S1 und vor Schritt S2 erhalten werden. Die Reihenfolge der Schritte S2 und S3 kann umgekehrt sein.

$$L_a = (H_{MAX} - H_{MIN})/2 \quad (25)$$

$$L_b = (H_{BMAX} - H_{BMIN})/2 \quad (26)$$

Wie aus den Gleichungen (5) und (6) bekannt, sind La und Lb Funktionen der Amplituden a und b der jeweiligen sinusförmigen Signale A und B und der Phasendifferenz  $\alpha$ , so daß umgekehrt  $\alpha$  berechnet werden kann. Als ein Ergebnis ist es möglich, die Amplituden Ka und Kb der jeweiligen siebten und achten sinusförmigen Signale SA und SB zu erhalten. Dann werden, wenn Signale, in denen Ka und Kb der jeweiligen Gleichungen (20) und (21), die die siebten und achten sinusförmigen Signale SA und SB ausdrücken, gelöscht werden, SA' und SB' sind, SA' und SB' wie folgt, und  $\beta$  kann aus der einfachen tan-1-Tabelle erhalten werden.

$$SA' = \cos \beta \quad (27)$$

$$SB' = \sin \beta \quad (28)$$

Der Maximum-Minimum-Meßschaltkreis 26 sendet erste und zweite sinusförmige Signale unter den ersten bis vierten sinusförmigen Signalen, die durch den A/D-Wandler 32 gehen, direkt zur Verarbeitungsschaltkreis 27. Der Verarbeitungsschaltkreis 27 bildet die siebten und achten sinusförmigen Signale SA und SB und erhält Ka und Kb (Schritt S8). Schließlich führt der Verarbeitungsschaltkreis 27 die folgende Berechnung zur Berechnung von  $\Theta$ , das einer Position entspricht, durch (Schritt S9).

$$\Theta = \tan^{-1}(SB'/SA') - \varphi B = \tan^{-1}\{(SB/SA) \times F(\alpha)\} - \tan^{-1}\{1/F(\alpha)\} \quad (29)$$

Hier ist

$$F(\alpha) = K_a/K_b \quad (30)$$

F( $\alpha$ ) ist eine Funktion von Ka und Kb. Außerdem werden, wie auch  $\alpha$  durch die Verwendung der jeweiligen Amplituden berechnet werden kann, Ka und Kb direkt und Verwendung der jeweiligen Amplituden erhalten.

Die erhaltene Positionsinformation, also die genaue Verschiebung, stellt die Position in einer Periode jedes der ersten und zweiten sinusförmigen Signale dar. Die Verarbeitungseinheit 27 erhält die endgültige Positionsinformation durch Addition der obigen genauen Verschiebung und der groben Positionsinformation, die durch den Zählschaltkreis 24 erhalten wird (Schritt S10). Somit kann, selbst wenn die ursprünglichen Signale A und B jeweils unterschiedliche Amplituden a und b und unterschiedliche Achsenabschnitte C1 und C2 besitzen, es eine Phasendifferenz  $\alpha$  zwischen den Signalen A und B gibt, und diese Beträge fluktuieren, die Position unabhängig von diesen fluktuierenden Beträgen berechnet werden. Die Verarbeitungseinheit 27 zeigt das berechnete

Ergebnis auf dem Anzeigebereich 28 an und gibt dem Ergebnis entsprechende Ausgangswerte an den externen Ausgangsbereich 29 aus (Schritt 11).

In diesem Ausführungsbeispiel ist es möglich, nicht nur das Ergebnis des endgültigen Positions-Umwandlungsergebnisses sondern auch die korrigierten Werte, die durch die obigen Berechnungen erhalten werden, also die Signalinformation, wie etwa die Amplituden und die Achsenabschnitte der ursprünglichen Signale A und B auf dem Anzeigebereich 28 darzustellen. Diese Information wird verwendet, um den Zustand der Signale der Detektionsvorrichtung 21 zu überprüfen, wodurch eine extreme Verschlechterung ihres Zustands frühzeitig festgestellt und behoben werden kann.

Außerdem kann der Verarbeitungsschaltkreis 27 durch die Kombination einer CPU (zentralen Verarbeitungseinheit) und eines ROM realisiert werden, um das Programm zum Festlegen der Operation der CPU zu definieren, kann aber auch durch eine hardwaremäßig verdrahtet Logik realisiert werden.

Die oben beschriebene Positionsmeßvorrichtung kann eine Position mit hoher Genauigkeit messen und ist somit in einem Feldmeßinstrument zum Messen eines Winkels mit hoher Genauigkeit durch Verwendung z. B. eines Rotationskodierers wirkungsvoll. Natürlich ist sie auch in verschiedenen Meßgeräten, die lineare Kodierer verwenden, wirkungsvoll. Der Rotationskodierer stellt den Winkel fest, während der lineare Kodierer den Abstand (die Position) feststellt.

Ein Rotationskodierer besteht, wie in Fig. 7 gezeigt, aus einer drehbaren Scheibe, die entlang ihres Umfangs mit einem inkrementierenden Muster versehen ist. Dieses Muster teilt den Kreis, also  $360^\circ$ , um somit den Winkel durch die geteilten Abstände festzustellen.

Auf der anderen Seite ist ein linearer Kodierer aus einem linearen Element geformt, das mit einem linearen, inkrementierenden Muster versehen ist. Der Abstand wird durch die relative Bewegung des inkrementierenden Musters und eines Indexblockes, der aus einer Indexskala, einer Lichtquelle und einer Detektionsvorrichtung besteht, festgestellt. Genauer wird der Abstand von einem Startpunkt (der Winkel von einem Startpunkt im Falle des Rotationskodierers) festgestellt. Allgemein wird der Startpunkt im voraus durch die Initialisierung der Vorrichtung als Bezugspunkt festgelegt.

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht einer Feldmeßvorrichtung, die mit einer Positionsmeßvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung versehen ist. Eine Feldmeßvorrichtung besitzt ein Teleskop 41, einen Hauptkörper 42 zum Halten des Teleskops 41 und eine Basis 43 zum Halten des Hauptkörpers 42. Das Teleskop 41 wird von dem Hauptkörper 42 so gehalten, daß es in der vertikalen Richtung drehbar ist, wie durch den Pfeil X angezeigt. Der Hauptkörper 42 wird von der Basis 43 gehalten, so daß er in der horizontalen Richtung drehbar ist, wie durch den Pfeil Y angezeigt. Ein Kodierer 44 nach der vorliegenden Erfindung ist auf dem Hauptkörper 42 montiert, um zusammen mit diesem Teleskop zu rotieren, um den Drehwinkel des Teleskops 41 in der vertikalen Richtung X mit hoher Genauigkeit zu messen. Weiterhin ist ein Kodierer 45 nach der vorliegenden Erfindung auf der Basis 43 montiert, so daß er zusammen mit dem Hauptkörper 42 rotiert, um die Rotation des Hauptkörpers in der Y-Richtung, also den Drehwinkel des Teleskops 41 in der horizontalen Richtung mit hoher Genauigkeit zu messen. Der Kodierer 45 kann an der Basis 43 befestigt sein.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Beispiel eines Teleskops. Ein Teleskop 50 besitzt eine Objektivlinse 51 und eine rechtwinklige Form. Augenlinse 52. Dieses Teleskop 50 ist innen mit Einheiten zum Messen des Abstands versehen und hat somit eine

Ein Hauptkörper 53 besitzt einen drehbaren Schaft 55 (durch eine gestrichelte Linie angezeigt), der an dessen unterem Bereich befestigt ist. Außerdem ist ein Lager 56 an dem unteren Abschnitt 54 des Hauptkörpers 53 befestigt. Folglich ist der Hauptkörper 53 entlang der vertikalen Achse V drehbar. Da der drehbare Schaft 55 und das Lager 56 in der Nähe der Mitte des Hauptkörpers 53 angeordnet sind, können sie nicht von außen gesehen werden. Außerdem sind zwei Winkeldetektions-Einheiten jeweils auf einem drehbaren Schaft des Teleskops 50 und dem drehbaren Schaft 55 angeordnet.

Auch wenn die Winkeldetektions-Einheiten unterschiedliche Strukturen besitzen, wird dieser Strukturunterschied durch die Typen der drehbaren Schäfte oder durch den Designunterschied bewirkt, so daß eine detaillierte Beschreibung unterlassen wird. Das Bezugszeichen 57 zeigt eine Nivellier Vorrichtung zum Nivellieren des Hauptkörpers 53 und des unteren Bereichs 54.

Ein Beispiel eines Kodierers mit einem horizontalen Schaft ist in der japanischen Patentoffenlegung Nr. 4-19 485 offengelegt, bei dem ein drehbarer Schaft an einem Hauptkörper einer Feldmeßvorrichtung befestigt ist, ein Lager zur Aufnahme des drehbaren Schaftes in einem unteren Abschnitt des Hauptkörpers geformt ist, und ein Element 12 zum ungefähren integralen Rotieren mit dem Lager außerhalb des Lagers angeordnet ist. Eine Skala ist an dem Element 12 befestigt, und ein Detektionssystem 14 (20, 22, 24, 26, 28) ist in dem Hauptkörper vorgesehen. Das Element 12 ist normalerweise mit einer Klammer 18 an dem Lager befestigt und weiter integral zusammen mit dem Hauptkörper mit einer Klammer 16 befestigt, wenn das Teleskop bezüglich eines Ziels ausgerichtet wird. Zusätzlich gibt es als vertikalen Schaft einen solchen des einfachen Spindeltyps, des doppelten Spindeltyps und des unabhängigen, doppelten Spindeltyps, wie auf Seite 73 von "Shaishin Sokuryouki Binran", was "Neuestes Feldmeßinstrumenten-Handbuch" bedeutet, herausgegeben von der japanischen Gesellschaft der Feldmeßinstrumenten-Hersteller und veröffentlicht am 30. Juni 1990, offengelegt. Im Falle der einfachen Spindel sind eine Skala und eine Detektionsvorrichtung zwischen A und B vorgesehen, während im Falle der doppelten Spindel diese zwischen A und C vorgesehen sind.

Auch wenn in diesem Ausführungsbeispiel nur eine Feldmeßvorrichtung beschrieben ist, die mit inkrementierenden Kodierern ausgestattet ist, können Kodierer eine Kombination eines inkrementierenden Kodierers und eines absoluten Kodierers sein.

Aus der obigen Beschreibung ist ersichtlich, daß entsprechend der Positionsmeßvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung die ersten und zweiten sinusförmigen Signale mit einer Phasendifferenz von  $90^\circ$  durch die Detektionsvorrichtung entsprechend einer Positionsänderung erhalten werden. Dann wird das dritte sinusförmige

ge Signal durch Subtraktion des zweiten sinusförmigen Signals von dem ersten sinusförmigen Signal und das vierte sinusförmige Signal durch Addition der ersten und zweiten sinusförmigen Signale erhalten. Als nächstes werden die jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusförmigen Signale gemessen. Basierend auf den gemessenen Maximal- und Minimalwerten der ersten und zweiten sinusförmigen Signale werden die jeweiligen Amplituden und Achsenabschnitte der ersten und zweiten sinusförmigen Signale berechnet. Dann werden die fünften und sechsten sinusförmigen Signale durch Standardisierung der ersten und zweiten sinusförmigen Signale auf der Basis der berechneten Amplituden und Achsenabschnitte erzeugt. Weiterhin wird das siebte sinusförmige Signal durch Subtraktion des sechsten sinusförmigen Signals vom fünften sinusförmigen Signal und das achte sinusförmige Signal durch Addition des fünften sinusförmigen Signals und des sechsten sinusförmigen Signals erzeugt. Dann wird das Verhältnis zwischen den siebten und achten sinusförmigen Signalen basierend auf den Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale, die durch Verwendung der Maximal- und Minimalwerte der dritten und vierten sinusförmigen Signale erhalten werden, korrigiert. Schließlich wird die Positionsinformation aus dem korrigierten Wert erhalten. Daher gibt es keinen Phasenfehler zwischen den siebten und achten sinusförmigen Signalen. Auch wird, auch wenn der Phasenfehler zwischen den ersten und zweiten sinusförmigen Signalen, also der Phasenfehler zwischen den fünften und sechsten sinusförmigen Signalen, in den Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale absorbiert ist, das Verhältnis zwischen den siebten und achten sinusförmigen Signalen basierend auf dem Verhältnis zwischen den Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale korrigiert. Als Ergebnis kann, auch wenn der Zustand der von der Detektionsvorrichtung erhaltenen Signale schlecht ist oder sich die Signale aufgrund von Temperaturänderungen ändern, die Position mit hoher Genauigkeit gemessen werden, ohne von der Genauigkeit der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, die von der Detektionsvorrichtung ausgegeben werden, beeinflusst zu werden.

#### Patentansprüche

1. Positionsmeßvorrichtung zum Erhalten von Positionsinformation durch Verarbeiten von ersten und zweiten sinusförmigen Signalen mit einer Phasendifferenz von  $90^\circ$ , die von einer Detektionsvorrichtung (21) entsprechend einer Positionsänderung erhalten werden, dadurch gekennzeichnet, daß sie umfaßt:
  - Additions- und Subtraktionsvorrichtungen (25) zum Erzeugen eines dritten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des zweiten sinusförmigen Signals von dem ersten sinusförmigen Signal und eines vierten sinusförmigen Signals durch Addition der ersten und zweiten sinusförmigen Signale;
  - Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen (26) zum Messen der jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusförmigen Signale; und
  - Verarbeitungsvorrichtungen (27) zum Berechnen der Amplituden und Achsenabschnitte der jeweiligen ersten und zweiten sinusförmigen Signale auf der Basis der Maximal- und Minimalwerte der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, die von der Maximum- und Minimum-Meßvorrichtung gemessen werden, zum Erhalten von fünften und sechsten sinusförmigen Signalen durch Standardisieren der ersten und zweiten sinusförmigen Signale basierend auf den erhaltenen Amplituden und Achsenabschnitten, zum Bilden eines siebten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des sechsten sinusförmigen Signals von dem fünften sinusförmigen Signal und eines achten sinusförmigen Signals durch Addieren der fünften und sechsten sinusförmigen Signale, zum Korrigieren des Verhältnisses des siebten sinusförmigen Signals zum achten sinusförmigen Signal basierend auf dem Verhältnis zwischen den jeweiligen Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale, die durch die Verwendung der Maximal- und Minimalwerte der dritten und vierten sinusförmigen Signale, die von den Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen gemessen werden, erhalten werden, und zum Erhalten der Positionsinformation aus dem korrigierten Wert.
2. Positionsmeßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie außerdem umfaßt:
  - eine Wellenformvorrichtung (23) zum Umwandeln der ersten und zweiten sinusförmigen Signale in Rechtecksignale; und
  - einen Zählerkreis (24) zur Ausgabe einer groben Positionsinformation durch Zählen der Anzahl der Rechtecksignale, wobei die Verarbeitungsvorrichtung die Positionsinformation durch Addition der groben Positionsinformation und einer genauen Bewegungsinformation, die von dem korrigierten Wert erhalten wird, erhält.
3. Kodierer, dadurch gekennzeichnet, daß er umfaßt:
  - eine Hauptskala (11) mit einem darauf aufgedampften, inkrementierenden Muster;
  - eine Indexskala (13), die mit zwei Mustern geformt ist, die dieselben Abstände wie das inkrementierende Muster haben;
  - eine Lichtquelle (12), die Licht auf die Hauptskala und die Indexskala emittiert;
  - zwei Detektorelemente (14a, 14b) zum Erhalten des Lichts von der Lichtquelle, welches durch die Hauptskala und die Indexskala gegangen ist, und zum Erzeugen von ersten und zweiten sinusförmigen Signalen; wobei die Indexskala so angeordnet ist, daß die Phasendifferenz zwischen den ersten und zweiten sinusförmigen Signalen  $90^\circ$  wird;
  - Additions- und Subtraktionsvorrichtungen (25) zum Erzeugen eines dritten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des zweiten sinusförmigen Signals von dem ersten sinusförmigen Signal und eines vierten sinusförmigen Signals durch Addition der ersten und zweiten sinusförmigen Signale;
  - Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen (26) zum Messen der jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusförmigen Signale; und
  - Verarbeitungsvorrichtungen (27) zum Berechnen der Amplituden und Achsenabschnitte der jeweiligen ersten und zweiten sinusförmigen Signale auf der Basis der Maximal- und Minimalwerte der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, die von der Maximum- und Minimum-Meßvorrichtung gemessen werden,

zum Erhalten von fünften und sechsten sinusförmigen Signalen durch Standardisieren der ersten und zweiten sinusförmigen Signale basierend auf den erhaltenen Amplituden und Achsenabschnitten, zum Bilden eines siebten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des sechsten sinusförmigen Signals von dem fünften sinusförmigen Signal und eines achten sinusförmigen Signals durch Addieren der fünften und sechsten sinusförmigen Signale, zum Korrigieren des Verhältnisses des siebten sinusförmigen Signals zum achten sinusförmigen Signal basierend auf dem Verhältnis zwischen den jeweiligen Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale, die durch die Verwendung der Maximal- und Minimalwerte der dritten und vierten sinusförmigen Signale, die von den Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen gemessen werden, erhalten werden, und zum Erhalten der Positionsinformation aus dem korrigierten Wert.

4. Kodierer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß er außerdem umfaßt: eine Wellenformvorrichtung (23) zum Umwandeln der ersten und zweiten sinusförmigen Signale in Rechtecksignale; und einen Zählschaltkreis (24) zur Ausgabe einer groben Positionsinformation durch Zählen der Anzahl der Rechtecksignale, wobei die Verarbeitungsvorrichtung die Positionsinformation durch Addition der groben Positionsinformation und einer genauen Bewegungsinformation, die von dem korrigierten Wert erhalten wird, erhält.

5. Feldmeßvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß sie umfaßt: ein Teleskop (41); ein Trägerelement (42) zum rotierenden Tragen des Teleskops; einen Kodierer (45) zum Messen eines relativen Rotationswinkels des Teleskops bezüglich des Trägerelements, wobei der Kodierer eine kreisförmige Hauptskala (11) mit einem darauf aufgedampften, inkrementierenden Muster und eine Indexskala (13), die mit zwei Mustern geformt ist, die dieselben Abstände wie das inkrementierende Muster haben, besitzt; eine Lichtquelle (12), die Licht auf die Hauptskala und die Indexskala emittiert; zwei Detektorelemente (14a, 14b) zum Erhalten des Lichts von der Lichtquelle, welches durch die Hauptskala und die Indexskala gegangen ist, und zum Erzeugen von ersten und zweiten sinusförmigen Signalen, während die Hauptskala eine relative Bewegung bezüglich der Indexskala ausführt; wobei die Indexskala so angeordnet ist, daß die Phasendifferenz zwischen den ersten und zweiten sinusförmigen Signalen 90° wird;

Additions- und Subtraktionsvorrichtungen (25) zum Erzeugen eines dritten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des zweiten sinusförmigen Signals von dem ersten sinusförmigen Signal und eines vierten sinusförmigen Signals durch Addition der ersten und zweiten sinusförmigen Signale; Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen (26) zum Messen der jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der ersten bis vierten sinusförmigen Signale; und Verarbeitungsvorrichtungen (27) zum Berechnen der Amplituden und Achsenabschnitte der jeweiligen ersten und zweiten sinusförmigen Signale auf der Basis der Maximal- und Minimalwerte der ersten und zweiten sinusförmigen Signale, die von der Maximum- und Minimum-Meßvorrichtung gemessen werden, zum Erhalten von fünften und sechsten sinusförmigen Signalen durch Standardisieren der ersten und zweiten sinusförmigen Signale basierend auf den erhaltenen Amplituden und Achsenabschnitten, zum Bilden eines siebten sinusförmigen Signals durch Subtrahieren des sechsten sinusförmigen Signals von dem fünften sinusförmigen Signal und eines achten sinusförmigen Signals durch Addieren der fünften und sechsten sinusförmigen Signale, zum Korrigieren des Verhältnisses des siebten sinusförmigen Signals zum achten sinusförmigen Signal basierend auf dem Verhältnis zwischen den jeweiligen Amplituden der siebten und achten sinusförmigen Signale, die durch die Verwendung der Maximal- und Minimalwerte der dritten und vierten sinusförmigen Signale, die von den Maximum- und Minimum-Meßvorrichtungen gemessen werden, erhalten werden, und zum Erhalten der Positionsinformation aus dem korrigierten Wert.

6. Feldmeßgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptskala an dem Teleskop befestigt ist, um zusammen mit dem Teleskop zu rotieren, und daß die Indexskala an dem Trägerelement befestigt ist.

7. Feldmeßgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptskala an dem Trägerelement befestigt ist und daß die Indexskala an dem Teleskop befestigt ist, um zusammen mit dem Teleskop zu rotieren.

8. Feldmeßgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Teleskop solcher Art ist, daß das Teleskop in einer vertikalen Ebene drehbar ist.

9. Feldmeßgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement das Teleskop solcher Art trägt, daß das Teleskop in einer horizontalen Ebene drehbar ist.

10. Feldmeßgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement das Teleskop solcher Art trägt, daß das Teleskop in einer vertikalen Ebene drehbar ist.

11. Feldmeßgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement das Teleskop solcher Art trägt, daß das Teleskop in einer horizontalen Ebene drehbar ist.

12. Feldmeßvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie außerdem umfaßt: eine Trägerbasis (43) zum drehbaren Tragen des Trägerelements; einen zweiten Kodierer zum Messen eines relativen Rotationswinkels des Trägerelements bezüglich der Trägerbasis, wobei der zweite Kodierer eine zweite, kreisförmige Hauptskala (11) mit einem darauf aufgedampften, inkrementierenden Muster und eine zweite Indexskala (13), die mit zwei Mustern geformt ist, die dieselben Abstände wie das inkrementierende Muster haben, besitzt; eine zweite Lichtquelle (12) die Licht auf die zweite Hauptskala und die zweite Indexskala emittiert; zwei zweite Detektorelemente (14a, 14b) zum Erhalten des Lichts von der zweiten Lichtquelle, welches durch die zweite Hauptskala und die zweite Indexskala gegangen ist, und zum Erzeugen von ersten und



zweiten sinusförmigen Signalen, während die zweite Hauptskala eine relative Bewegung bezüglich der zweiten Indexskala ausführt, wobei die zweite Indexskala so angeordnet ist, daß die Phasendifferenz zwischen den ersten und zweiten sinusförmigen Signalen  $90^\circ$  wird, und wobei die Verarbeitungsvorrichtung zweite Positionsinformation durch Verarbeiten der ersten und zweiten sinusförmigen Signale von den zweiten Detektorelementen erhält.

13. Feldmeßvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Hauptskala an dem Trägerelement befestigt ist, um zusammen mit dem Trägerelement zu rotieren, und daß die zweite Indexskala an der Trägerbasis befestigt ist.

14. Feldmeßvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Hauptskala an der Trägerbasis befestigt ist und daß die zweite Indexskala an dem Trägerelement befestigt ist, um zusammen mit dem Trägerelement zu rotieren.

15. Feldmeßvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerbasis das Trägerelement solcher Art trägt, daß das Trägerelement in einer vertikalen Ebene drehbar ist.

16. Feldmeßvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerbasis das Trägerelement solcher Art trägt, daß das Trägerelement in einer horizontalen Ebene drehbar ist.

17. Feldmeßvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerbasis das Trägerelement solcher Art trägt, daß das Trägerelement in einer vertikalen Ebene drehbar ist.

18. Feldmeßvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerbasis das Trägerelement solcher Art trägt, daß das Trägerelement in einer horizontalen Ebene drehbar ist.

19. Feldmeßgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem umfaßt:  
eine Wellenformvorrichtung (23) zum Umwandeln der ersten und zweiten sinusförmigen Signale in Rechtecksignale; und

einen Zähl Schaltkreis (24) zur Ausgabe einer groben Positionsinformation durch Zählen der Anzahl der Rechtecksignale, wobei die Verarbeitungsvorrichtung die Positionsinformation durch Addition der groben Positionsinformation und einer genauen Bewegungsinformation, die von dem korrigierten Wert erhalten wird, erhält.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

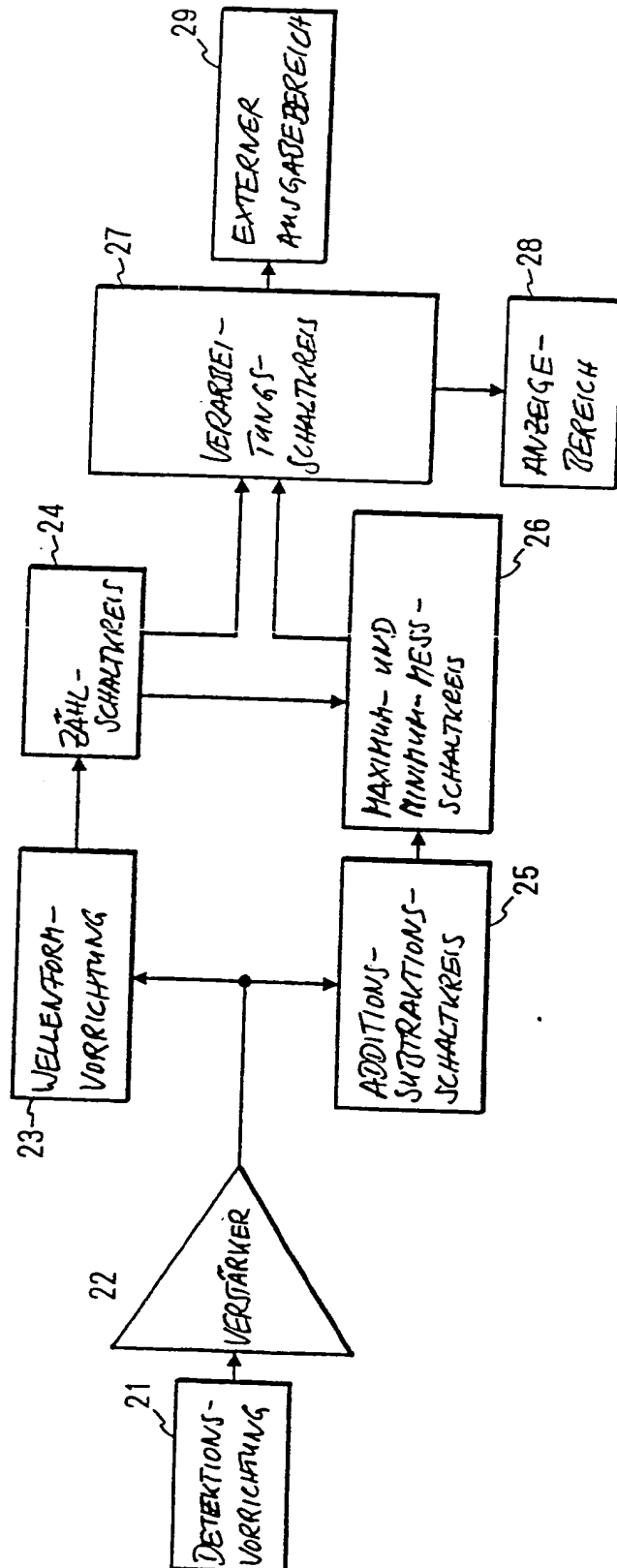


FIG. 2

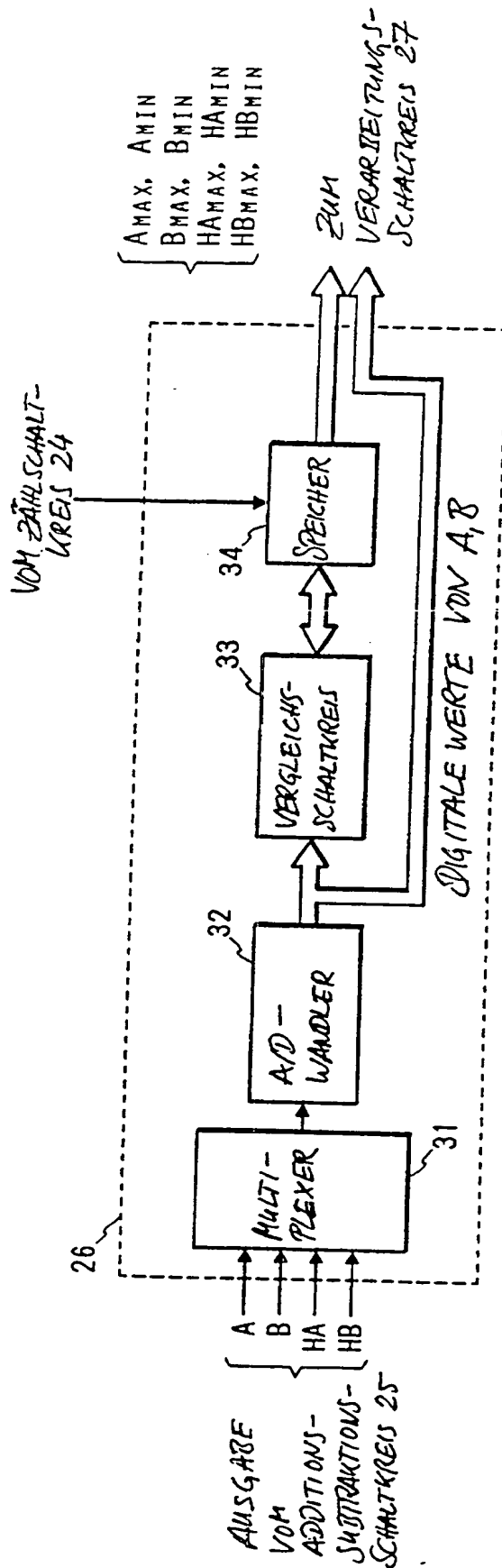


FIG. 3

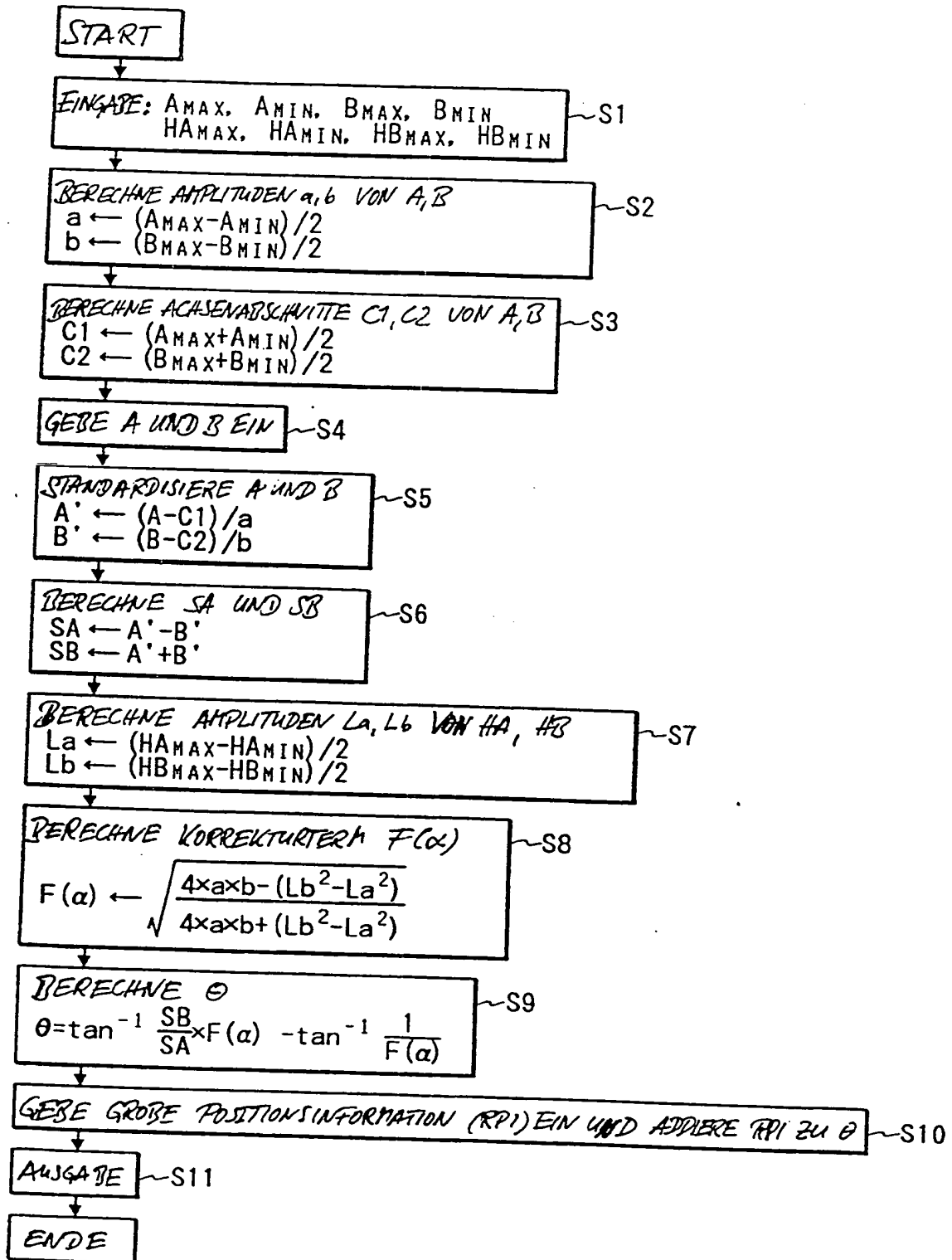


FIG. 5

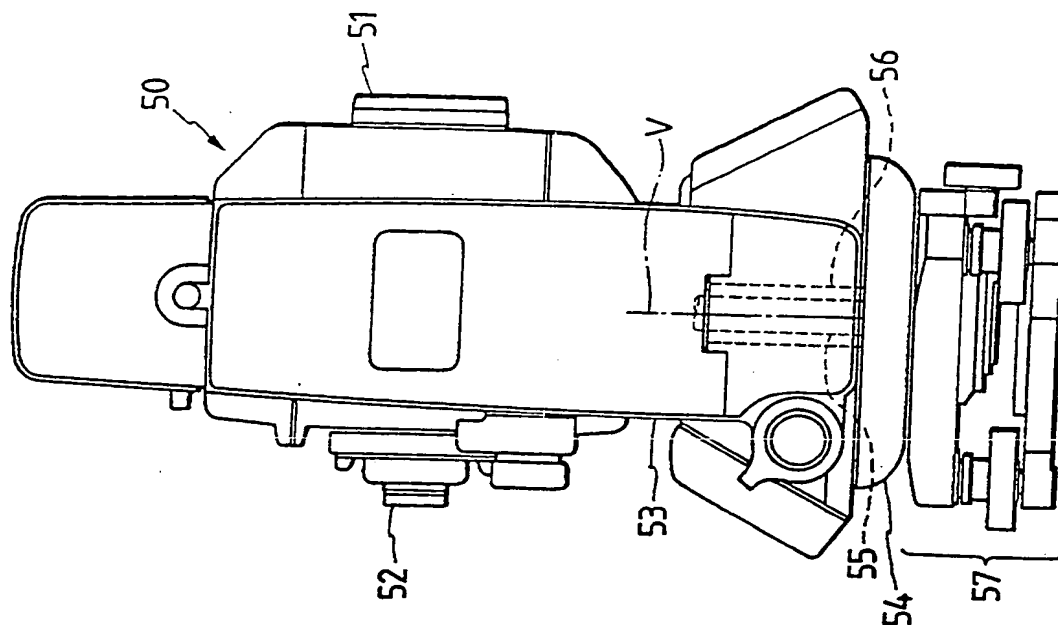


FIG. 4

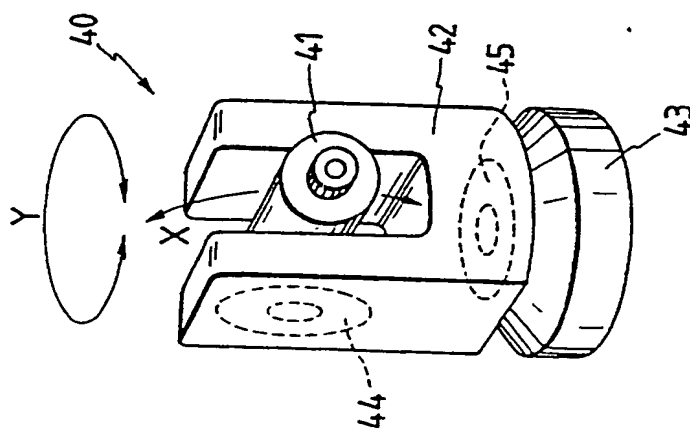


FIG. 6

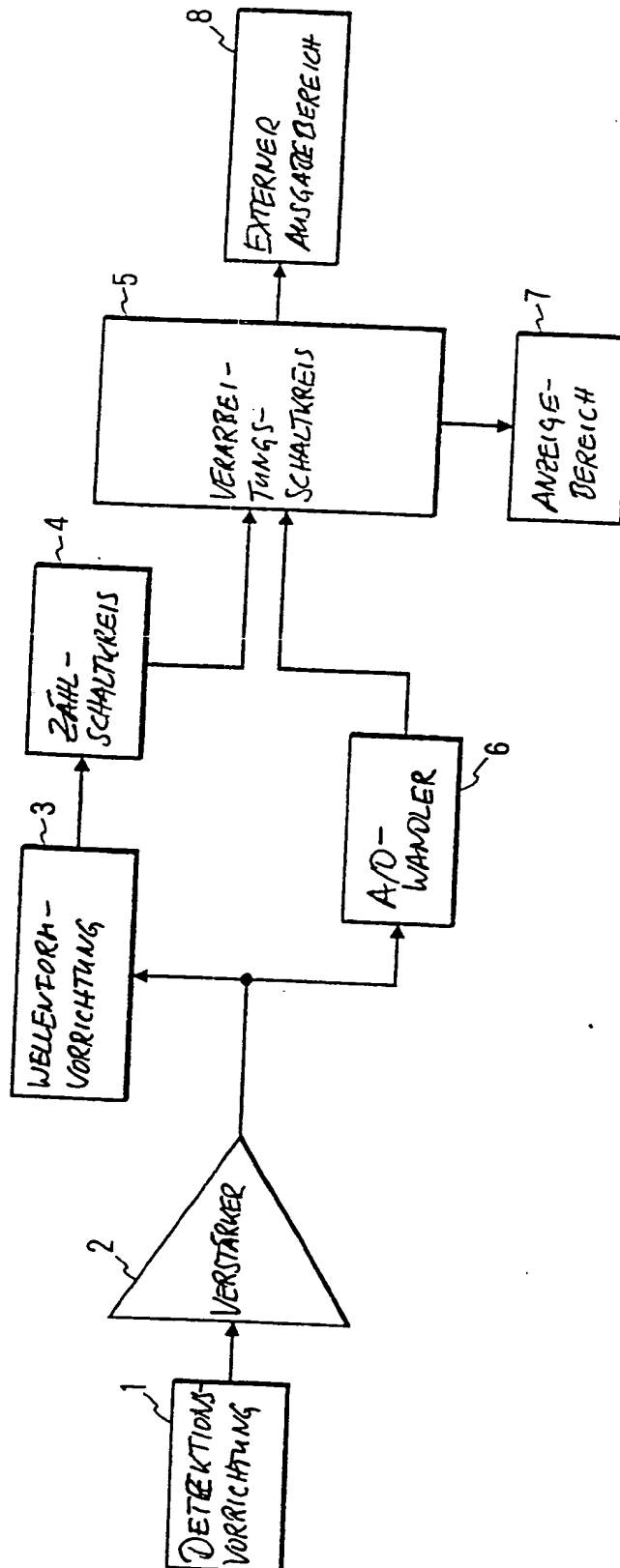
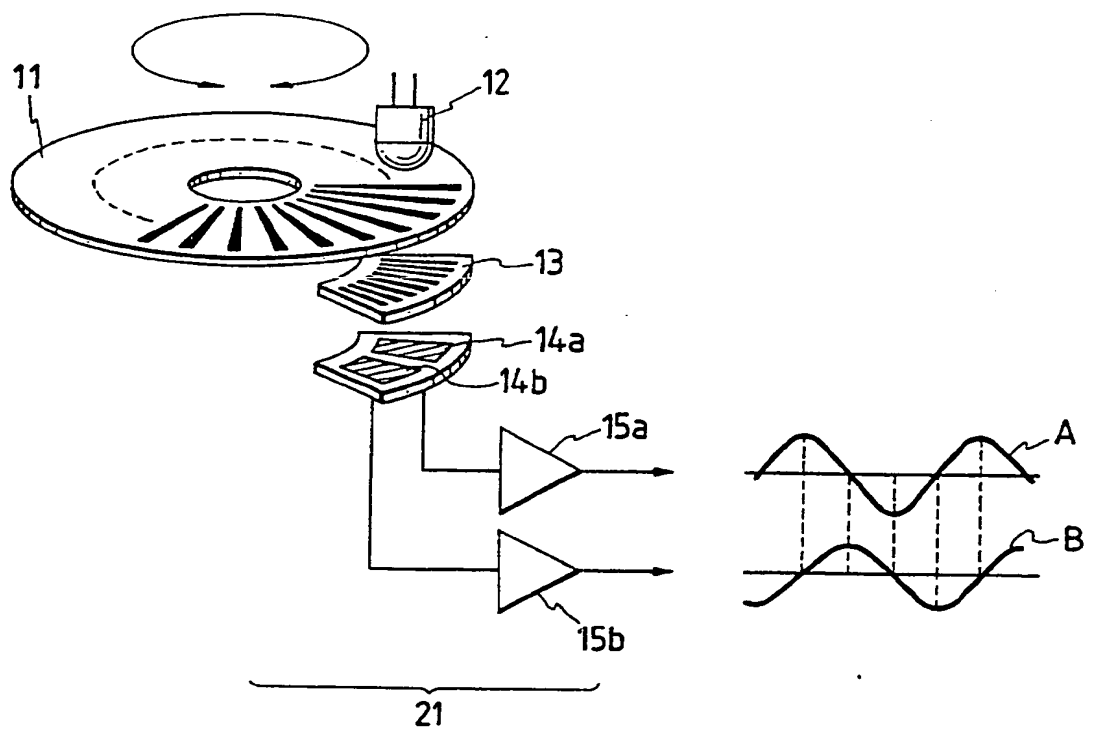


FIG. 7



DOCKET NO: AR-214

SERIAL NO: 10/752,627

APPLICANT: Rodi

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100